

# 2021年 中国电子加速器研究报告：医疗、辐照、环保 核技术细分赛道前景分析

2021 China Electron Accelerator Research Report

2021年中国电子加速器研究报告

概览标签：加速器、核能应用、辐照加工、质子医疗、核药、核环保

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

# 研究目的&摘要

## 研究目的

本报告为中国电子加速器研究报告，通过对电子加速器在辐照加工领域、核医学领域以及环保领域的应用情况深入分析，挖掘出电子加速器行业价值。

## 研究说明

在核医学领域，医用加速器可用于制造同位素或进行放射性治疗，在同位素制造领域，电子直线加速器可进行小部分同位素制造，但主要制造依托于质子回旋加速器；在放射治疗领域，电子加速器为当下主流应用，离子加速器依托其定位精准度高的优势也逐渐在治疗方法中开始普及，**因此本报告在核医学领域将偏向于对粒子加速器应用进行描述。**

## 摘要

### ➤ 中国电子加速器市场空间如何？

- 辐照加工领域占比最高，在2020年其占比高达52.1%，得益于钴源的短缺，电子加速器在辐照加工领域的替代优势愈发明显，占比也逐年提升；在医疗领域，中国放疗设备缺口较大，以WTO的计算标准，中国医用直线加速器需求约为11,000台，但截止至2020年底，中国医用直线加速器保有量仅为2,170台，市场缺口较大，未来增长空间较大；无损检测市场总体需求较小，且单台设备售价并不高，因此整体市场规模偏小。环保用电子加速器正处于市场推广期，预计随着电子加速器在环保领域应用场景持续拓宽，核环保市场在未来具有较大增长空间。

### ➤ 电子加速器各需求场景成熟度如何，是否具备投资价值？

- 电子加速器现阶段主要应用于辐照加工、核医学、环保以及无损检测领域。根据市场空间以及市场竞争情况对各领域进行对比，可发现环保领域市场前景较大且市场参与者少、市场处于起步阶段，电子加速器生产商可加大在该领域的布局，在竞争格局未稳定之前快速抢占市场份额。其次为消毒灭菌市场，该部分市场前景同样可观，但市场竞争较为激烈，抢占市场份额难度相对较大，企业需加大研发投入获得技术优势同时进行市场推广提高品牌认知度。

### ➤ 谁是电子加速器领域的龙头企业？

- 根据业务布局完整度、应用成熟度以及量产能力三大重要指标对中国电子加速器参与者进行评级，中广核技以多领域的业务布局以及较高的量产能力居中国电子加速器行业龙头地位，表现较为突出。



# 目录

## CONTENTS

◆ 名词解释	-----	07
◆ 中国电子加速器综述		
• 电子加速器定义及分类	-----	09
• 电子加速器技术原理	-----	10
• 中外电子加速器发展历程对比	-----	11
• 电子加速器政策分析	-----	12
◆ 中国电子加速器产业链分析		
• 产业链图谱	-----	14
• 电子加速器市场下游需求场景投资价值分析	-----	15
◆ 中国电子加速器需求分析		
<u>辐照加工领域</u>		
• 电子加速器在辐照加工领域的应用	-----	17
• 辐照加工用电子加速器替代效应	-----	19
• 辐照加工用电子加速器竞争格局	-----	20
• 需求体量及增速测算	-----	22
<u>核医学领域</u>		
• 医用加速器定义与分类	-----	24
• 加速器在医疗领域的应用	-----	25
• 医用加速器竞争格局及市场机会	-----	27
• 需求体量及增速测算	-----	29
<u>核环保领域</u>		
• 普通处理与电子束污水处理对比	-----	31
• 电子加速器在环保领域的应用	-----	32

头豹



# 目录

## CONTENTS

• 环保用电子加速器竞争格局分析	-----	33
• 需求体量及增速测算	-----	34
◆ 中国电子加速器总体市场需求规模及预测，2016-2025年预测	-----	36
◆ 中国电子加速器市场趋势洞察	-----	37
◆ 中国电子加速器市场竞争格局分析	-----	38
◆ 方法论	-----	39
◆ 法律声明	-----	40

头豹



# 图表目录

## List of Figures and Tables

图表1: 电子加速器运作原理	-----	10
图表2: 电子加速器速度控制原理	-----	10
图表3: 电子加速器行业及其应用领域相关政策, 2016年-2021年	-----	11
图表4: 电子加速器产业链图谱	-----	14
图表5: 电子加速器需求场景投资价值对比	-----	15
图表6: 中国与国际辐照加工领域结构对比, 2020年	-----	17
图表7: 辐照加工细分领域市场前景对比分析	-----	18
图表8: 钴源与电子加速器对比	-----	19
图表9: 中国辐照加工市场份额, 2020年	-----	20
图表10: 材料改性领域参与者情况对比	-----	21
图表11: 消毒灭菌领域出货量对比, 2020年	-----	21
图表12: 轮胎预硫化领域参与者情况对比	-----	21
图表13: 电子加速器在辐照加工领域的市场规模, 2016-2025年预测 (按产值计)	-----	22
图表14: 医用加速器定义及分类	-----	24
图表15: 主要医用同位素生产及应用情况	-----	25
图表16: 放射治疗原理图	-----	26
图表17: 放射治疗来源, 2020年	-----	26
图表18: 加速器放射线对比表	-----	26
图表19: 医用电子直线加速器竞争态势, 2021年	-----	27
图表20: 医用电子直线加速器市场份额, 2020年	-----	27
图表21: 部分研究用反应堆情况与年产量, 2019年	-----	28
图表22: 质子中心数量, 截至2021年12月	-----	28
图表23: 中国医用加速器市场机会	-----	28



# 图表目录

## List of Figures and Tables

图表24: 中国医用加速器市场规模, 2016年-2025年预测	-----	29
图表25: 工业废水普通处理与电子束处理对比	-----	31
图表26: 电子加速器治污各细分领域	-----	32
图表27: 中国环保市场竞争者态势, 2021年	-----	33
图表28: 中国环保用电子加速器竞争者态势, 2021年	-----	33
图表29: 电子加速器在环保领域的市场规模, 2016-2025年预测	-----	34
图表30: 中国电子加速器市场规模, 2016年-2025年预测	-----	36
图表31: 中国电子加速器竞争者态势, 2021年	-----	38
图表32: 中国非动力核技术民用领域头部企业业务布局情况对比分析, 2021年	-----	38

头豹



# 名词解释

- ◆ **β射线**：当放射性物质发生β衰变，所释放出的高能电子，其速度可达至光速的99%。
- ◆ **γ射线**：γ粒子流，是原子核能级跃迁退激时释放出的射线，是波长短于0.01埃的电磁波。
- ◆ **MeV**：Million electron Volts，兆电子伏， $1\text{MeV} = 1,000,000\text{eV}$ 。
- ◆ **磁场力**：磁场力是磁场对其中运动电荷和电流的作用力。
- ◆ **电场力**：电场对其中的电荷产生的力的作用。
- ◆ **电离辐射**：宇宙射线、X射线和来自放射性物质的辐射。
- ◆ **钴60**：钴的放射性同位素之一，其半衰期为5.27年。它会通过β衰变释放出能量高达315KeV的高速电子，衰变成镍-60，同时会释放出两束γ射线。
- ◆ **居里**：衡量单位时间内发生衰变的次数的单位。
- ◆ **同位素**：同一元素的不同原子，其原子具有相同数目的质子，但中子数目不同。
- ◆ **PET**：Positron Emission Computed Tomography，正电子发射型计算机断层成像，同位素检查的一种技术方式。
- ◆ **SPECT**：Single Photon Emission Computed Tomography，单光子发射型计算机断层成像，同位素检查的一种技术方式。
- ◆ **放射线**：不稳定元素衰变时，从原子核中放射出来的有穿透性的核辐射，对环境和人体有一定的危害。
- ◆ **“布拉格峰”能量释放轨迹**：质子或重离子束可以经过对肿瘤所在位置深度的调节，在皮肤附近以及到达肿瘤之前抑制能量的释放，一旦到达肿瘤时便会瞬间释放大剂量的能量，经过肿瘤后又马上停止释放能量，形成名为“布拉格峰”的能量释放轨迹。

头豹



# 01

## 电子加速器综述

- 电子加速器是指一种为带电粒子增加动能的装置。电子加速器的分类方式众多，根据加速粒子能量范围的不同，可将电子加速器分为低能、中能、高能、超高能加速器
- 电子加速器通过将带电粒子引入人工控制的电场内，在电磁力或电位场的作用下加速至预定能量值后，使垂直于粒子运动方向的磁场产生洛伦兹力，电场力将粒子势能转换为动能
- 中国电子加速器较国际起步晚，通过采用引进、消化和吸收路线，现阶段中国基础研究型加速器已比肩国际先进水平

头豹

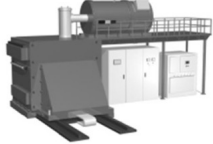
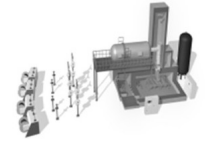
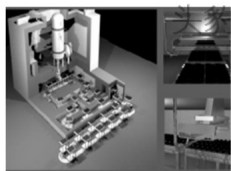
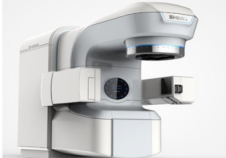


# 电子加速器定义与分类

电子加速器是指一种为带电粒子增加动能的装置。电子加速器的分类方式众多，根据加速粒子能量范围的不同，可将电子加速器分为低能、中能、高能、超高能加速器，各能量等级对应应用领域不同

## 电子加速器定义及分类

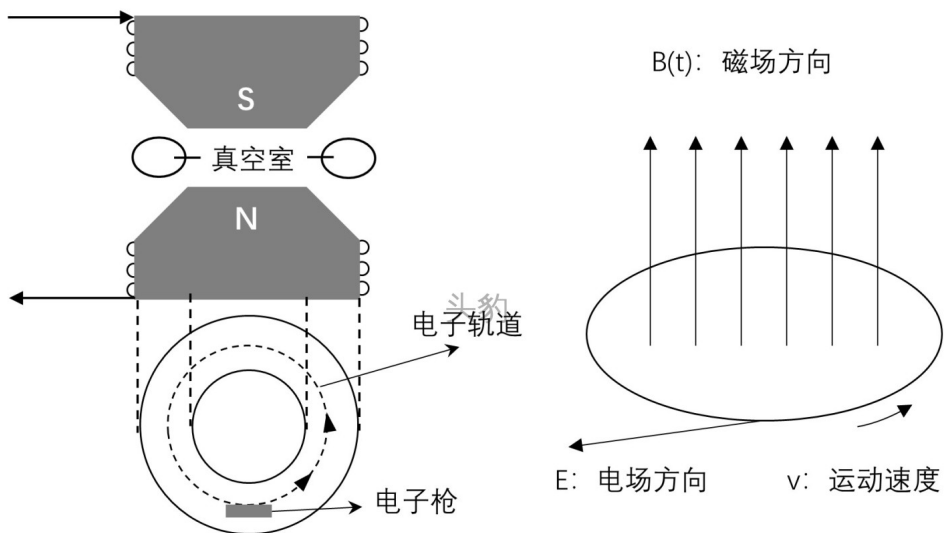
电子加速器是一种使用人工方法使电子在真空中受磁场力控制、电场力加速而达到高能量的电磁装置，电子加速器根据能量等级可分为低能、中能、高能与超高能四个等级

名称	能量等级	图例	特点	应用领域	描述
电子加速器	低能加速器		<ul style="list-style-type: none"><li>无加速管与扫描装置</li><li>主要机型为电子帘加速器</li><li>体积小、结构简单</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>主要用于涂层固化、薄膜和片材的辐照加工领域</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>□ 电子加速器根据能量等级可细分为四类，各能量等级所对应的应用领域也不同，超高能领域多应用于医疗与工业无损探测领域，低能至高能则主要应用于辐照加工领域。</li><li>□ 除以能量等级分类外，电子加速器还可根据机型分为DD型（高频高压型加速器），DG（谐振变压器型加速器），DZ型（行波和驻波电子直线加速器），Rhodotron型（梅花瓣型加速器），DZL型（电子帘加速器）。</li></ul>
	中能加速器		<ul style="list-style-type: none"><li>主机为圆柱形扫描加速器</li><li>代表机型为高频高压加速器/地那米加速器</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>主要用于电线电缆、发泡材料、热缩材料、橡胶的辐照加工领域</li></ul>	
	高能加速器		<ul style="list-style-type: none"><li>主要为电子直线加速器</li><li>应用范围广</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>主要用于医疗用辐射消毒、放射性治疗、食品保鲜、食品检验检疫、复合材料固化、环境保护领域</li></ul>	
	超高能加速器		<ul style="list-style-type: none"><li>多应用于医疗领域</li><li>射线穿透性较强</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>主要用于工业无损探测、放射性治疗、核医药制药等领域</li></ul>	

# 电子加速器技术原理

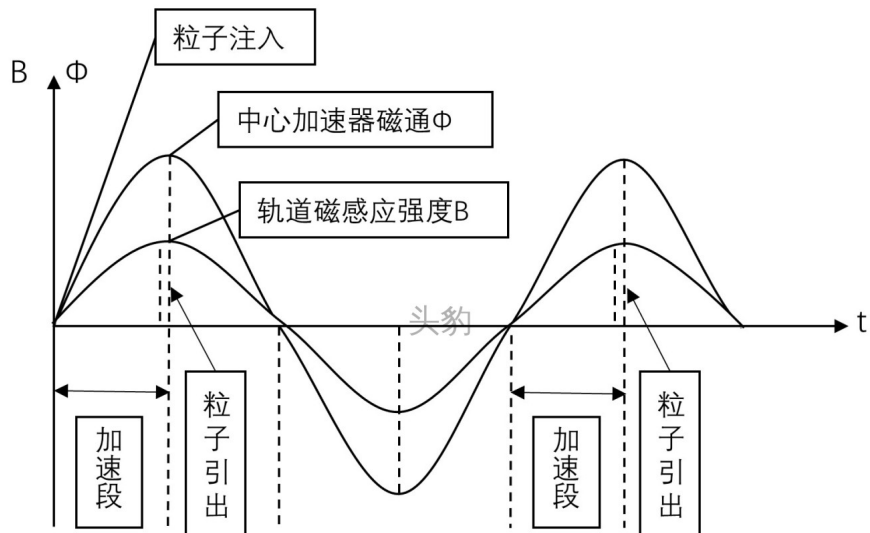
电子加速器通过将带电粒子引入人工控制的电场内，在电磁力或电位场的作用下加速至预定能量值后，使垂直于粒子运动方向的磁场产生洛伦兹力，电场力将粒子势能转换为动能

## 电子加速器运作原理



□ 电子加速器，是一种通过将带电粒子引入人工控制的电场内，在电磁力或电位场的作用下加速至预定能量值后，将所得特定能量等级的电子束流（ $\beta$  射线）应用于指定物质上的装置，电磁场的作用下，垂直于粒子运动方向的磁场产生洛伦兹力，电场力将粒子势能转换为动能。左图为其原理图，上下为电磁铁的两个磁极，磁极之间为环形真空室，电磁铁线圈电流的方向按图示方向逐渐增加，根据楞次定律，产生顺时针方向的感生电场，使电子沿逆时针方向加速运动。

## 电子加速器速度控制原理

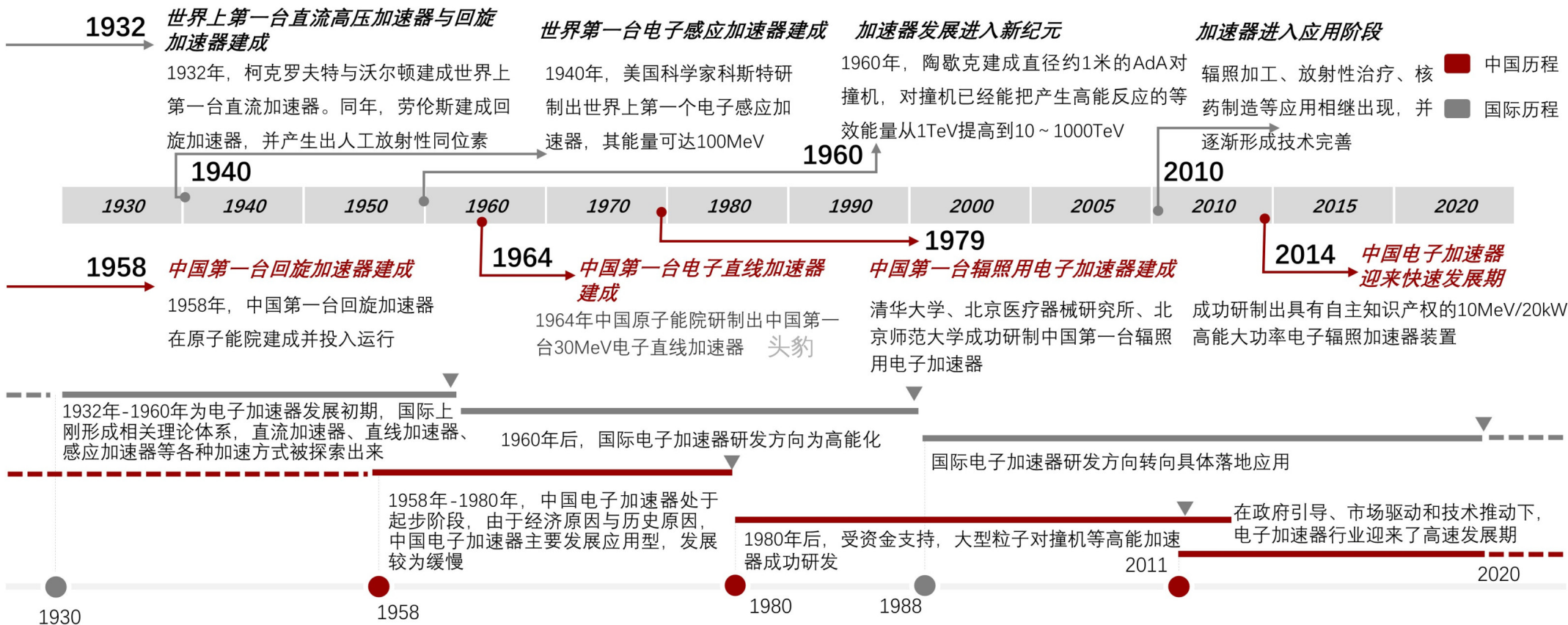


□ 上图表示的是电子感应加速器的速度控制原理，即用交变电场励磁产生交变磁场，再由交变磁场激励起交变的涡旋电场，1/4个周期内电子可以沿平衡轨道旋转并加速，从而获得能量。

# 中外电子加速器发展历程对比

中国电子加速器较国际起步晚，通过采用引进、消化和吸收路线，现阶段中国基础研究型加速器已比肩国际先进水平

## 中外电子加速器发展历程对比



来源：中国科学院、头豹研究院

# 中国电子加速器相关政策分析

中国民用非动力核技术逐渐进入成熟期，伴随着下游行业的需求逐渐增加与政策不断完善，电子加速器在下游的应用有望迎来高速增长

## 中国电子加速器行业及其应用领域相关政策，2016年-2021年

	政策名称	颁布日期	颁布主体	政策要点
核工业	《产业结构调整指导目录（2019本）》	2019.11	发展和改革委员会	鼓励同位素、加速器及辐照应用技术开发与核能综合利用（供暖、供汽、海水淡化等）。
	《“十三五”核工业发展规划》	2017.02	国防科技工业局	鼓励促进核技术应用，壮大核产业规模。重点加大核技术在工业、农业、医学领域的应用范围，更好地将核技术服务国民经济建设。
	《“十三五”国家战略性新兴产业发展》	2016.12	国务院	发展非动力核技术，支持发展粒子、中子等新兴射线源，研究开发高分辨率辐射探测器和多维动态成像装置，发展精准治疗设备、医用放射性同位素、中子探伤、辐射改性等新技术和新产品，持续推动核技术在工业、农业、医疗健康、环境保护、资源勘探、公共安全等领域应用。
辐照加工	《关于做好医用一次性防护服辐照灭菌有关工作的通知》	2020.02	工业和信息化部	各地要结合实际，组织有条件的医用一次性防护服企业、辐照灭菌机构进行辐照灭菌。辐照灭菌机构要按照有关要求，认真做好辐照灭菌工作，确保灭菌质量。医用一次性防护服企业要确保产品质量和标识符合相关要求。
核医学	《医用同位素中长期发展规划（2021-2035年）》	2021.06	多部委联合发布	中国首个针对核技术在医疗卫生应用领域发布的纲领性文件，鼓励加快医用同位素的发展与应用。
	《关于做好医用一次性防护服辐照灭菌有关工作的通知》	2020.02	工业和信息化部	各地要结合实际，组织有条件的医用一次性防护服企业、辐照灭菌机构进行辐照灭菌。辐照灭菌机构要按照有关要求，认真做好辐照灭菌工作，确保灭菌质量。医用一次性防护服企业要确保产品质量和标识符合相关要求。
环保	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	2021.03	中央国务院	构建集污水、垃圾、固废、危废、医废处理处置设施和监测管理能力于一体的环境基础设施体系，形成由城市向乡村延伸覆盖的环境基础设施网络。推进城镇污水管网全覆盖，推广污泥集中焚烧无害化处理，城市污泥无害化处置率达90%。

□ 民用非动力核技术应用前景广阔，下游涉及工业、环保、医疗、检测等多领域。为了促进非动力核技术在下游领域的发展，国家出台了一系列的产业政策，如在医疗领域针对核技术应用发布了首个纲领性文件，在《“十三五”核工业发展规划》中重点加大核技术应用服务于国民经济建设。

□ 政策的推出将加快民用非动力核技术推广，从而实现相关产业优化升级。

来源：工信部、中国政府网、头豹研究院



## 02

# 中国电子加速器产业链分析

- 中国电子加速器产业上游为零部件供应商，部分零件已实现国产化；中游为加速器设备生产商，行业内参与者类型较多，各应用领域市场竞争情况也不尽相同
- 通过对比各细分领域的市场空间与竞争格局情况可发现，环保市场前景较为可观，且处于成长期，竞争格局尚未形成，现阶段为布局该领域的合适时机

头豹



# 电子加速器产业链图谱

中国电子加速器产业上游为零部件供应商，部分零件已实现国产化；中游为加速器设备生产商，行业内参与者类型较多，各应用领域市场竞争情况也不尽相同

## 中国电子加速器产业链

### 上游：核心零部件供应商

#### 电子枪

电子枪是产生、加速及会聚高能密度电子束流的装置，可射出具有一定能量、一定束流以及速度和角度的电子束

#### 功率源

负责给速调管提供微波信号、灯丝电流与高压脉冲，同时为电子枪提供脉冲高压

#### 微波系统

微波系统包含微波的产生、传输、监测及保障

#### 阴栅

阴栅组件是一个热致发射式电子源，可通过调速调管和波导窗安全可靠运行的装置

#### 加速装置

#### 束流测流装备

#### 冷却设备

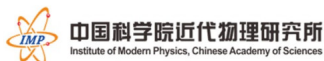
- 电子加速器组件数量较多，其中电子枪、微波与功率源为零件中成本最高的三部分
- 电子加速器大部分零件已实现国产化，仅有阴栅和速调管还未攻克
- 相比工业加速器，医用加速器还需添加肿瘤定位系统、图像引导系统等技术应用，以促进肿瘤精准放疗方案实施

### 中游：电子加速器制造企业

#### 专业电子加速器生产商



#### 研究所



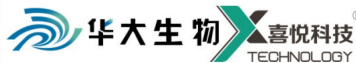
#### 其余参与者



□ 中国电子加速器市场参与者中专业电子加速器生产商竞争优势较大，该类参与者市场进入时间较早，具有技术积累与经验积累，并已形成品牌效应；而研究所更偏好应用研究与推进中国研发技术提升，其产品市场化程度较低，由于难以规模化采购零件并生产，研究所产品价格不具备优势；其余参与者又可分为核技术应用公司与下游客户

### 下游：需求方

#### 辐照加工



#### 医疗应用

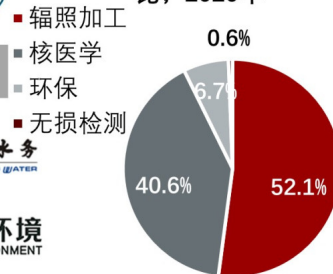


#### 环保应用



- 中国电子加速器主要用于辐照加工与核医学领域，分别占比为52.1%及40.6%。医用电子加速器的制造与国际差距较大，市场以国际企业为主导
- 电子加速器设备生产与解决方案提供商向下游应用领域进行业务拓展趋势明显

电子加速器各领域应用占比，2020年



来源：中华医学会肿瘤放疗学分会、头豹研究院



# 电子加速器需求场景投资价值分析

通过对比各细分领域的市场空间与竞争格局情况可发现，环保市场前景较为可观，且处于成长期，竞争格局尚未形成，现阶段为布局该领域的合适时机

电子加速器需求场景投资价值对比（医疗场景包含离子加速器）

	辐照加工市场		核医学市场（包括离子加速器）		环保市场	无损检测
	材料改性	消毒灭菌	同位素生产	放疗设备		
需求程度	电子加速器在该领域处于成熟期，市场需求总体稳定	电子加速器处于成长期，示范效果好，推广难度低，市场总体需求持续增长	现阶段仍以反应堆生产为主，对回旋加速器的需求程度仍待提升	市场整体需求量大，国产化率有待提升，基层医院需求程度较为强烈	环保领域处于成长期，电子加速器可降本增效，市场需求潜力巨大	电子加速器处于成熟期，但市场总体需求较小
市场增速 (2020-2025CAGR)	14.7%*	23%	19.7%	5.6%	81.8%	13.3%
2025年市场空间	47.7亿元*	12.8亿元	16.3亿元 头豹	87.9亿元	98.0亿元	0.8亿元
技术成熟度						
竞争格局	竞争格局趋于稳定，市场中广核技与无锡爱邦为主导	市场竞争激烈，其中中广核技出货量远高于其余竞争者，属第一梯队	医用回旋加速器国产化率低，中国具备生产能力企业少	市场以国际厂商为主导，国际厂商市场份额占比高达84.5%	市场处于起步阶段，市场参与者少，竞争格局暂未形成	市场处于成熟期，竞争较为激烈，固鸿科技、重庆真测为龙头企业
未来增长点	新能源汽车用电缆、光伏电缆需求上升	钴源短缺，电子加速器替代带来增长点	反应堆关闭，回旋加速器依赖度上升	中国放疗设备缺口大，市场缺口仍需填补	应用场景延伸至烟气、滤液等领域	机器现有存量空间巨大，检修需求潜存

□ 电子加速器现阶段主要应用于辐照加工、核医学、环保以及无损检测领域。根据市场空间以及市场竞争情况对各领域进行对比，可发现**环保领域市场前景较大且市场参与者少、竞争并不激烈**，电子加速器生产商可加大在该领域的布局，在竞争格局未稳定之前快速抢占市场份额。其次为消毒灭菌市场，该部分市场前景同样可观，但市场竞争较为激烈，抢占市场份额难度相对较大，企业需加大研发投入获得技术优势同时进行市场推广提高品牌认知度。

来源：头豹研究院

# 03

## 辐照加工领域需求分析

- 辐照加工领域涉及工业、农业以及医疗领域，工业领域的应用相对广泛，同时中国辐照加工领域结构与中国经济结构存在一定联系
- 与钴源辐照加工相比，电子加速器在成本、效率及后处理上具有一定优势，电子加速器在辐照加工领域的替代效应较为明显，预计其占比将持续上升
- 中国辐照加工电子加速器市场参与者可分为专业电子加速器生产商、研究所及辐照加工企业三类，其中专业电子加速器生产商竞争优势较大

头豹



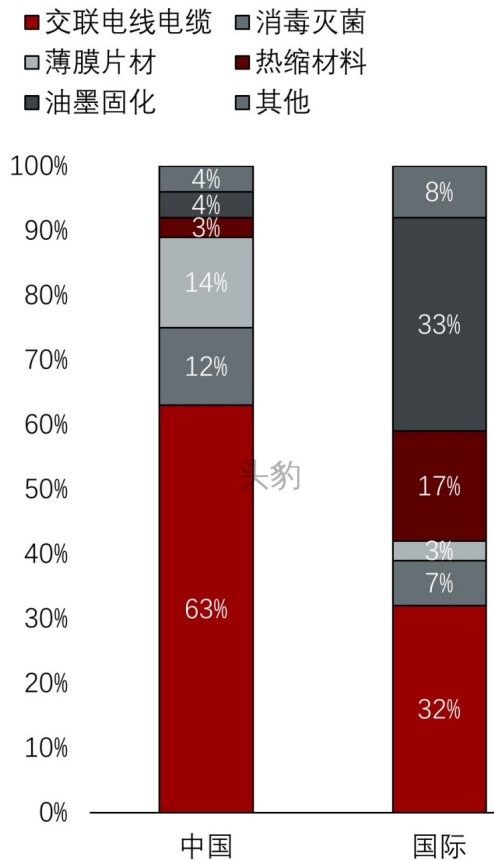
# 电子加速器在辐照加工领域的应用 (1/2)

辐照加工领域涉及工业、农业以及医疗领域，工业领域的应用相对广泛，同时中国辐照加工领域结构与中国经济结构存在一定联系

## 辐照加工细分领域 (仅列举部分)

细分领域	技术名称	原理
工业领域	辐射交联/硫化	利用电子束辐射在聚合物长链之间形成化学键
	辐射固化	借助照射方法实现化学配方由液态转化为固态
	辐射降解	在辐射作用下，高分子聚合物发生主链断裂
农业领域	辐射育种	利用高能电子改变农作物遗传特性，使其向优化方向发展
	保鲜灭菌	利用电离辐射产生的 $\gamma$ 、 $\beta$ 、x射线及电子束对产品进行加工处理
医疗领域	消毒灭菌	利用电离辐射产生的 $\gamma$ 、 $\beta$ 、x射线及电子束对医用物品进行加工处理
	中药材提取	部分经辐照照射后的中药材，有效成分含量增加

## 中国与国际辐照加工领域结构对比, 2020年



中国辐照加工市场主要集中在交联电线电缆领域，交联电线电缆占比高达63%，该结构与中国经济结构存在一定联系，中国GDP主要由制造业驱动，建筑用线、汽车用线以及电气类用线需求量较大，因此该部分市场规模较大。

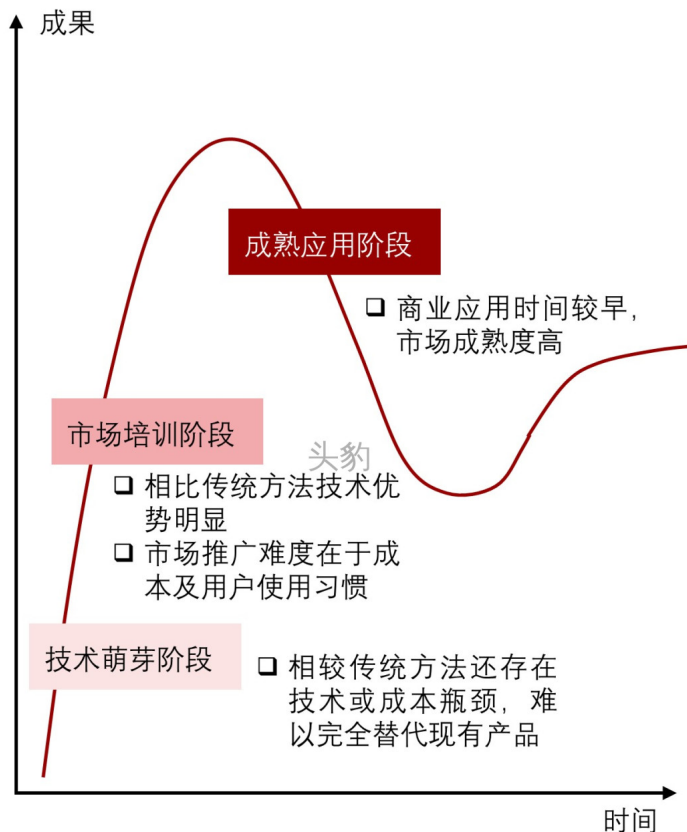
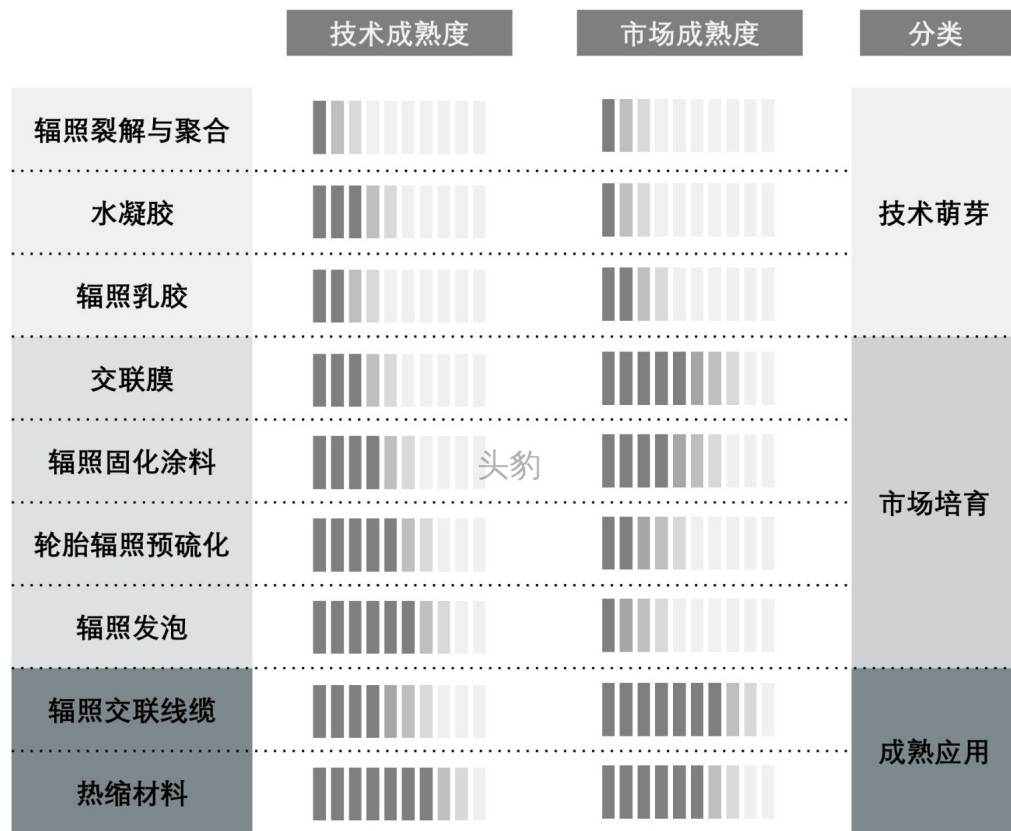
国际市场中，除交联电线电缆，油墨固化领域也占据较高份额，辐射固化油墨在欧洲地区取得快速发展，辐射固化油墨可帮助改善印品加工质量，但中国在油墨固化领域技术仍与国际先进水平存在差距，且使用成本较高，难以进行大范围推广。随着其余细分领域技术的提升中国辐照加工结构有望进一步优化。

来源：中国同位素与辐射行业协会、头豹研究院

# 电子加速器在辐照加工领域的应用 (2/2)

辐射交联线缆、热缩材料成熟度较高，在全球范围得到广泛应用，而辐射表面固化、轮胎预硫化、发泡材料、污水处理的市场待开发，其它应用方式尚处在技术萌芽阶段

## 辐照加工细分领域市场前景对比分析



- 电子加速器材料改性业务处于成熟期，中国辐射化工产业年产值较为可观，其中又以辐射交联高分子材料产业为主，其产值占整个辐射化工产品的85%以上。
- 辐射交联线缆、热缩材料成熟度较高，在全球范围得到广泛应用，而辐射表面固化、轮胎预硫化、发泡材料、污水处理的市场待开发，处在市场培育阶段，其它应用方式尚处在技术萌芽阶段。

# 辐照加工用电子加速器替代效应

与钴源辐照加工相比，电子加速器在成本、效率及后处理上具有一定优势，电子加速器在辐照加工领域的替代效应较为明显，预计其占比将持续上升

## 钴源与电子加速器对比

	钴源辐照加工	电子加速器辐照加工	头豹洞察
初始成本	钴源价格为20元/居里，100万居里辐照加工钴源成本达2,000万元	加速器价格在60-100万/kW区间，主流机型10MeV/20kW加速器价格为1,200万元	<ul style="list-style-type: none"><li>与钴源辐照加工相比，电子加速器在成本、效率及后处理上具有一定优势。安全性问题是核能利用中关注度较高的问题，电子加速器的安全性相对钴-60更高，电子加速器仅在通电时产生辐射，断电后不存在辐射问题，在辐射防护方面相对简单，受安全性影响，钴源辐照中心审批难度大，且中国政府不再审批50万居里以下的钴源中心。</li><li>电子加速器在成本方面的优势也较为明显，电子加速器初始成本低于钴源且后期使用成本低。</li><li>钴源已面临短缺，电子加速器在辐照加工领域的替代效应较为明显，2020年电子加速器在辐照加工领域的占比为52%，预计该比例将持续上升。</li></ul>
使用成本	钴-60半衰期为5.27年，进入半衰期后需进行钴源的补充或处理	少量耗材及维护成本	
辐照时间	慢 	瞬间 	
辐照效率	射线呈球形发射，利用率为20% 	射线呈直线发射，利用率为93% 	
辐照不均匀度	产品吸收剂量的不均匀度 < 1.2 	动态传送装置，产品吸收剂量的不均匀度 < 1.3 	
安全性	I类放射源，属于极高危险源 天然放射性，不受人为控制	II类放射源，属于高危险源 加速器仅开启时有辐射，断电后无初级辐射	
后续处理	设备报废后，废弃的钴-60放射性活度仍较高，需进行专业处理	设备报废后为普通工业废料，后续处理较为简单	
评级			

来源：头豹研究院

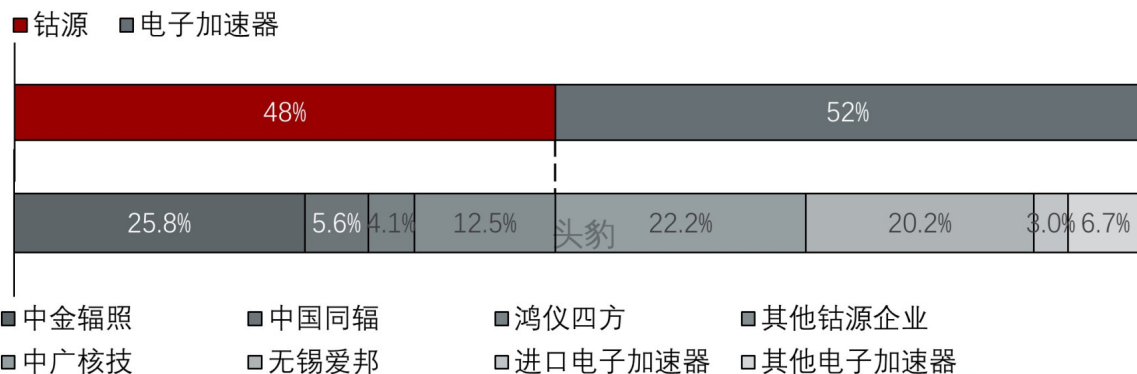
# 辐照加工用电子加速器竞争格局 (1/2)

中国辐照加工电子加速器市场参与者可分为专业电子加速器生产商、研究所及辐照加工企业三类，其中专业电子加速器生产商竞争优势较大

## 中国辐照加工用电子加速器市场竞争格局

	参与者特征	代表厂商
专业电子加速器生产商	专门从事电子加速器生产研发及制造，市场进入时间早，具有技术积累与经验积累	 
研究所	部分进行电子加速器的应用研究与先进技术研发；部分进行电子加速器研发与制造，并进行产业化推广	  
辐照加工企业	主要提供辐照加工服务，为减少钴源短缺带来的影响，开始进行电子加速器研制	 

中国辐照加工市场份额，2020年



来源：头豹研究院

## 头豹洞察

- 中国辐照加工电子加速器市场参与者可分为三类，其中专业电子加速器生产商竞争优势较大，其市场进入时间较早具有技术积累与经验积累，并形成品牌效应。研究所更偏好应用研究，市场化程度较低，难以规模化采购零件并生产，产品价格不具备优势。辐照加工企业进入市场则是通过向上游布局以减轻对辐照加工设备的依赖程度，其进入市场时间较晚，技术基础薄弱，且设备多用于自用。
- 中国辐照加工市场中，中金辐照为龙头企业，2020年其市场占比高达25.8%，中金辐照主要为钴源辐照加工，上游依存度较高，需依赖中核集团或国际市场获得稳定的钴源，同时受政策影响，50万居里以下的钴源中心不再审批，为降低对钴源的依存度，中金辐照现已开始布局辐照电子加速器业务。中广核技在辐照加工市场份额占比位列第二，中广核技辐照加工业务依托于其自产的电子加速器，受上游影响小。随着电子加速器替代钴源的程度逐渐加深，辐照加工市场份额可能迎来较大变化。
- 中金辐照主要利用钴源作为辐照加工来源，中广核技则依托于辐照电子加速器，中广核技占据中国辐照电子加速器市场份额的42.7%，暂列龙头。蓝孚高能、无锡爱邦及同方威视等其余电子加速器企业占据市场份额的51.7%。中国企业与国际企业在辐照用电子加速器上几乎不存在技术差距，国产机器在价格上更具竞争优势，因此中国市场的进口比例较低。

# 辐照加工用电子加速器竞争格局 (2/2)

通过对比材料改性、消毒灭菌、轮胎预硫化三个细分领域竞争情况，中广核技以其布局范围广、出货量高位居中国辐照加工电子加速器行业龙头地位，蓝孚高能与无锡爱邦位居其后

## 辐照加工用电子加速器细分领域竞争格局

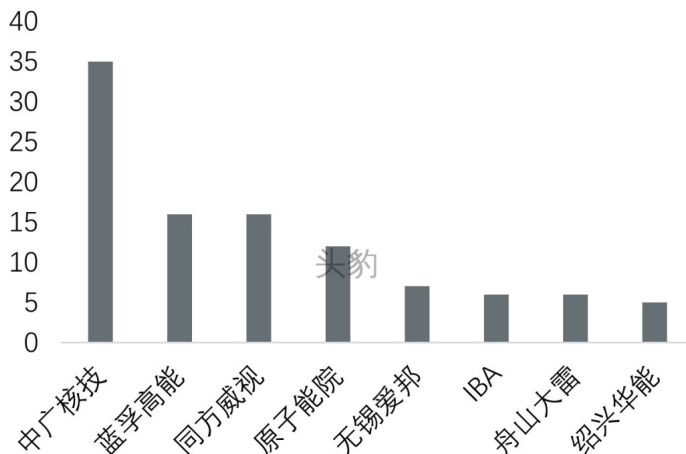
### 材料改性领域参与者情况对比

公司名称	销售量 (台)	竞争优势
中广核技	>300	品牌知名度高；设备稳定性高；提供完整的售后服务
无锡爱邦	>300	售价低，具备价格优势
山西壹泰科	<100	设备结构紧凑，体积小；电能转换效率高；可提供双面、环形及四面辐照

在材料改性领域，中广核技与无锡爱邦出货量较高，属于中国龙头企业，但其优势之处不同，中广核技产品质量高，设备稳定性高且为客户提供完整的售后服务，以质量与服务吸引客户。无锡爱邦则是靠低售价抢占市场，平均每台机器价格较中广核技低。二者在材料改性领域各有特色。

### 消毒灭菌领域出货量对比，2020年

单位：台数



在消毒灭菌领域，中广核技出货量远高于其余竞争者，属第一梯队；蓝孚高能与同方威视并列第二，原子能院位居第三，以上企业属消毒灭菌领域第二梯队，第一、二梯队中，除同方威视仅进行产品销售，其余企业均为产品销售与辐照布点并行模式。

### 轮胎预硫化领域参与者情况对比

公司名称	销售量 (台)	竞争优势
日本日新	>300	设备运行稳定，操作简便
武汉久瑞	>300	设备运行稳定，性价比高
中广核技	>300	产品稳定性有待提高，无明显竞争优势
江苏智研	>300	价格低廉
无锡爱邦	>300	价格低廉

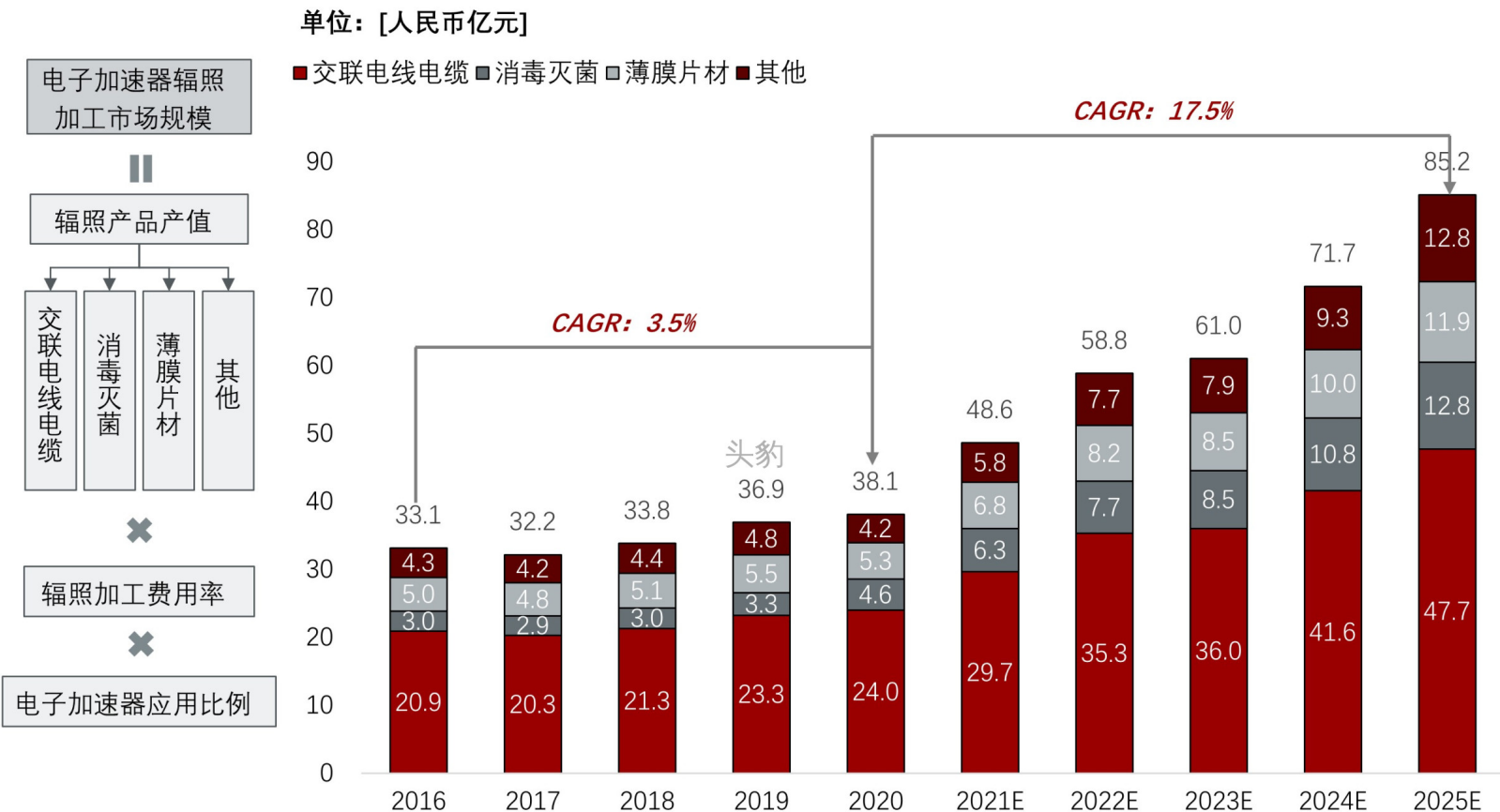
在轮胎预硫化领域，中国企业整体出货量较低，知名电子加速器制造商仅在该领域略有涉及，无锡爱邦显示已放弃该业务板块，国际企业在该领域优势较为明显，其设备无需锻炼即可产生束流，设备稳定性高，但进口设备价格也较高，该市场存在较大上升空间。

来源：中广核技、头豹研究院

# 中国辐照加工用电子加速器市场规模

随着辐照加工应用领域持续拓宽，预计2025年，中国辐照用电子加速器行业市场规模将达85.2亿元，未来五年年复合增长率为17.5%

电子加速器在辐照加工领域的市场规模，2016-2025年预测（按产值计）



- 辐照加工用电子加速器市场整体处于开拓期，前期市场增长较为缓慢，消毒灭菌领域在2020年增幅较为明显，原因为受新冠疫情的影响，政府出台《医用一次性防护服辐照灭菌应急规范(临时)》政策，规定使用辐照对医疗用品进行消毒灭菌，促进其需求增长，2020年中国辐照电子加速器市场规模达38.1亿元。
- 随着辐照加工应用领域持续拓宽，辐照加工市场在未来具有较大增长空间，同时得益于电子加速器对钴-60的替代效应，辐照加工中电子加速器的比例也将持续上升，据头豹研究院预测，到2025年，中国辐照用电子加速器行业市场规模将达85.2亿元，未来五年年复合增长率为17.5%。

来源：Wind、头豹研究院

# 04

## 核医学领域需求分析

- 核医学领域所涉及加速器类型较多，离子加速器在核医学领域的应用同样广泛，核医学领域仅描述电子加速器有失偏颇，因此**此处主要描述粒子加速器在核医学领域的应用**
- 大部分制药类核素由反应堆制备，随着加速器技术的不断发展，加速器生产医用同位素有望成为与反应堆地位相当的生产方式，这将有效缓解医用同位素供应紧缺的问题
- 放射治疗是肿瘤治疗的主要方法之一，放疗的基本原理是运用不同性质的放射线直接杀伤或间接杀伤肿瘤细胞，大部分肿瘤放疗均可由医用电子直线加速器进行治疗
- 中国医用离子加速器处于发展初期，市场被国际厂商垄断；中国医用加速器生产厂商可多关注下沉市场，通过控制成本抢占该部分市场份额

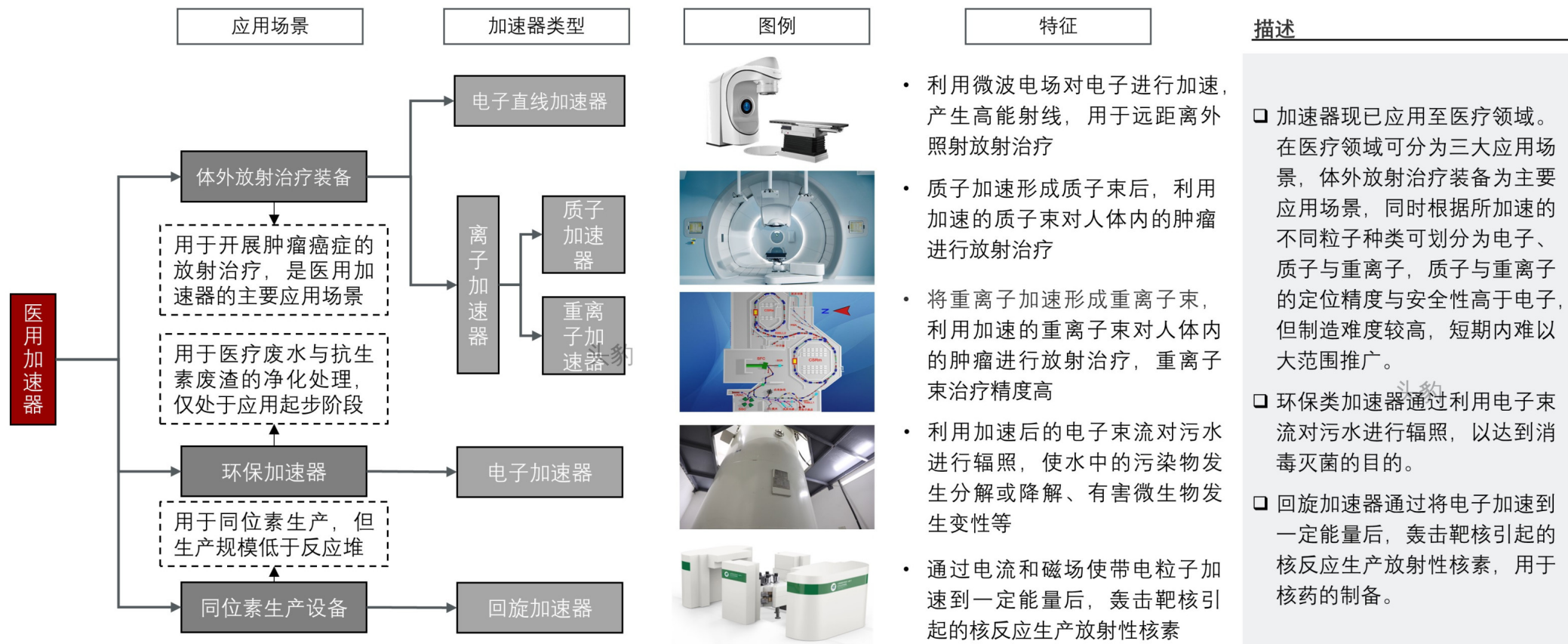
头豹



# 医用加速器——定义与分类

加速器在医疗领域可分为放射治疗装备、环保及同位素生产三大应用场景，核医学领域所涉及加速器类型较多，包括多种类电子加速器及离子加速器，因此此章节将主要聚焦粒子加速器在核医学领域的应用

## 医用加速器定义及分类

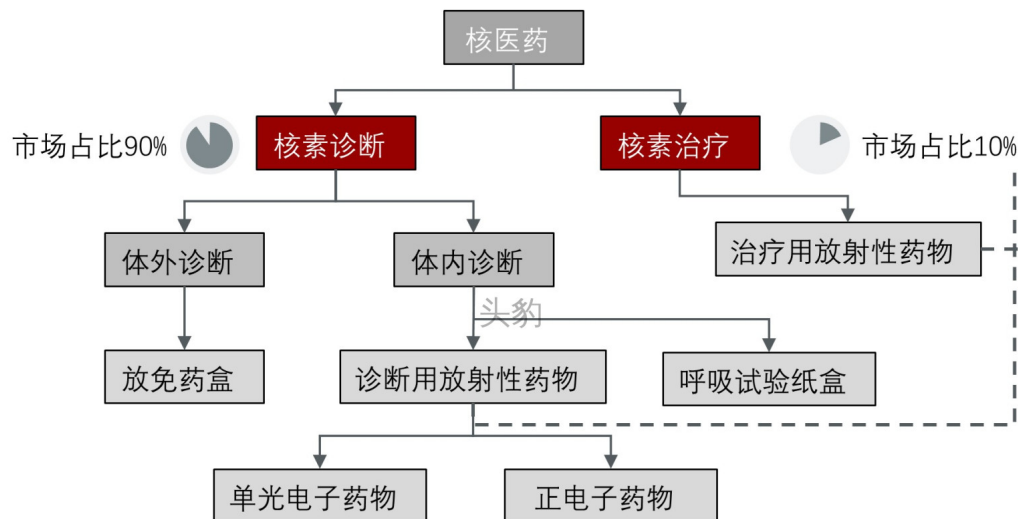


来源：中广核技、东软医疗、玖谊源粒子、中科院、头豹研究院

# 加速器在医疗领域的应用 (1/2)

大部分制药类核素由反应堆制备，随着加速器技术的不断发展，加速器生产医用同位素有望成为与反应堆地位相当的生产方式，这将有效缓解医用同位素供应紧缺的问题

## 放射性核素生产



- 放射性药物是由放射性核素搭配作用于特定器官、组织的分子试剂组成的，用于显像诊断及治疗用途的药品。放射性核素在衰变过程中释放出α射线、β射线或俄歇射线等，此类射线具有较强的电离辐射效应，对于肿瘤细胞或异常增殖组织等具有较强的杀灭作用。市场现阶段以诊断类药物为主。
- 大部分制药类核素由反应堆制备，加速器的应用范围较小，随着核医学的大力发展，放射性核素的生产将越来越依赖于研究堆及能量达到30MeV的小型 and 中型回旋加速器。

## 主要医用同位素生产及应用情况

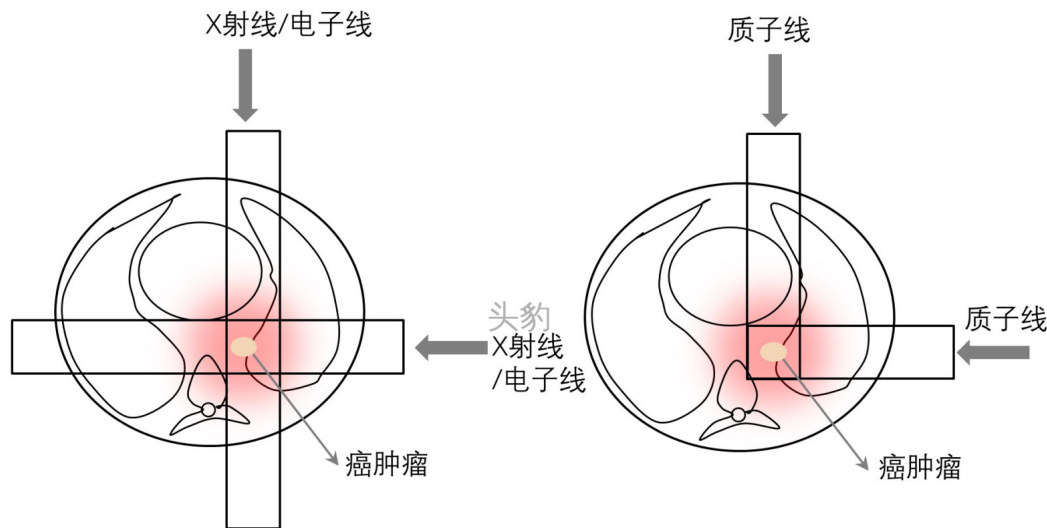
	生产途径	核素名称	治疗应用
诊断用药物	加速器	I-123	甲状腺、脑、心肌、肾脏的SPECT显像
	加速器	I-124	肿瘤和甲状腺的PET诊断
	加速器	Zr-89	肿瘤的PET诊断
	加速器	Ge/Ga-68	肿瘤的PET诊断
	反应堆	Re-186/188	癌症的SPECT显像
治疗用药物	加速器	Pd-103	实体肿瘤植入治疗
	加速器	Ac-225	肿瘤的靶向α治疗
	反应堆	Lu-177	骨转移瘤、多肽受体放射性治疗
	反应堆	I-131	甲状腺癌、肝癌、淋巴瘤、神经胶质瘤治疗
	反应堆	Ho-166	肝癌、骨髓癌放射性治疗
	反应堆	I-125	前列腺癌、脑癌近距离放射性治疗

- 对于富含中子，临床上适用于体内放射治疗的粒子，多利用研究用反应堆制备。而对于缺中子，临床上适用于体内放射诊断的粒子，多利用加速器生产。大部分制药类核素由反应堆制备，随着加速器技术的不断发展，加速器生产医用同位素有望成为与反应堆地位相当的生产方式，这将有效缓解医用同位素供应紧缺的问题，国家卫生健康委联合多部门编制的《医用同位素中长期发展规划（2021-2035年）》中也提到，未来应用前景广阔的医用同位素中，有一半以上可以通过加速器生产。

# 加速器在医疗领域的应用 (2/2)

放射治疗是肿瘤治疗的主要方法之一，放疗的基本原理是运用不同性质的放射线直接杀伤或间接杀伤肿瘤细胞，大部分肿瘤放疗均可由医用加速器进行治疗

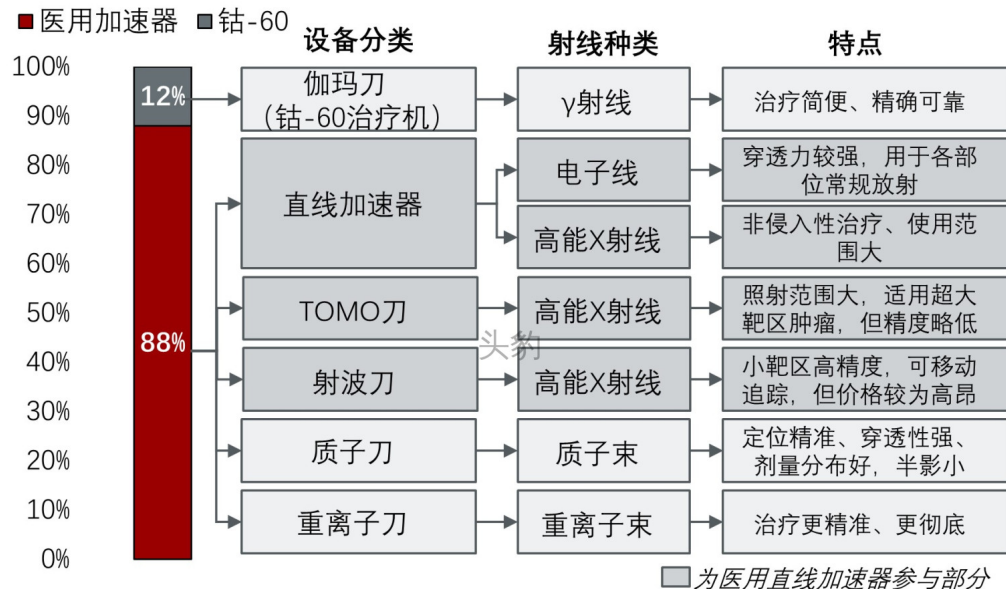
放射治疗原理图



- 放射治疗是肿瘤治疗的主要方法之一，放疗的基本原理是运用不同性质的放射线直接杀伤或间接杀伤肿瘤细胞，疗效取决于组织对于放射线的敏感性，不同的组织器官受到照射后出现的变化各不相同。
- 如上图所示，X射线与电子线穿透力较强，辐射至其余组织；相比普通的电子直线加速器的放射治疗过程，质子加速器的治疗过程能够对肿瘤病灶进行精准照射，同时又降低正常组织照射剂量，实现疗效最大化。质子加速器属高端医疗装置，中国医用质子加速器产业仍处于起步阶段。

来源：核医学协会、头豹研究院

远距离（80-100cm）放射治疗来源对比，2020年



- 放疗所需的放射线由医用加速器与钴-60制成，其中医用加速器所占比例更高，达到88%。相比钴-60，加速器的射线能够被有效控制，不存在射线泄漏和衰减问题，因此当下医用加速器占比相对较高。医用加速器根据射线种类又可分为直线加速器、质子与重离子加速器，其中直线加速器以其经济性优势占据大部分市场，但X射线存在进入人体后到达肿瘤病灶前能量持续衰减问题，而质子或重离子束可通过“布拉格峰”能量释放轨迹，实现立体高效性的治疗，对正常组织和正常器官的保护比直线加速器更强。



# 医用加速器竞争格局及市场机会 (1/2)

中国医用加速器市场参与者可分为专业医用加速器生产商、研究所与核技术应用企业三类，其中专业医用加速器生产商竞争优势较大

## 医用加速器参与企业分析

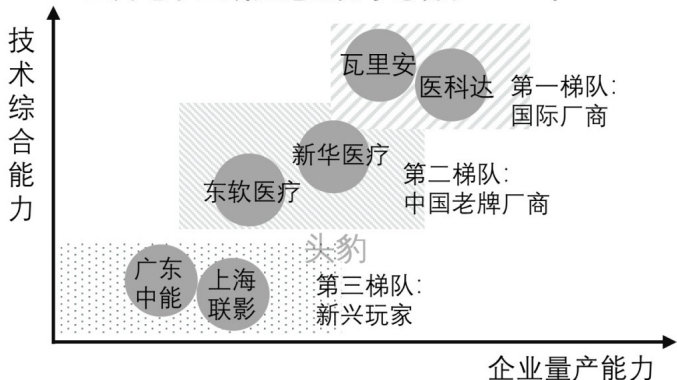
	参与者特征	代表厂商
专业医用加速器生产商	专门从事医用加速器生产研发及制造，市场进入时间早，具有技术积累与经验积累	 
研究所	研究所多进行高能量等级加速器研发与制造，当下多专攻质子与重离子级加速器自主研发，产品市场化程度低	 
核技术应用企业	以中广核与中核集团为代表的核技术应用企业，在医疗领域进行核应用拓展	 

中国医用加速器参与者可分为三类，第一类为专业加速器制造商，具有生产制造经验及品牌知名度，竞争力相对较强；第二类为研究所，该类机构更偏好高能量等级与质子重离子加速器研发，市场化程度较低，其目的主要为推进中国医用加速器研发技术，并加快其国产化进程。第三类中广核与中核集团旗下核技术应用公司可依托集团核能技术优势进行加速器研发与销售。

电子直线加速器是医用加速器中占比最高的加速器类型，中国医用电子直线加速器主要由三类市场参与者组成，第一类为国际知名厂商，瓦里安和医科达在医用电子加速器领域深耕已久，技术较为成熟，产品竞争力强，占据中国市场较高市场份额；中国老牌厂商以山东新华医疗、沈阳东软医疗为代表，此类参与者于20世纪70年代陆续进入电子加速器行业，帮助打破国际企业在中国的垄断地位；新兴参与者多为具有研发能力的科技公司，广东中能研发团队均来自中科院上海应用物理所、中科院电子所、中科院高能物理所并与多家科研单位建立长期合作关系。

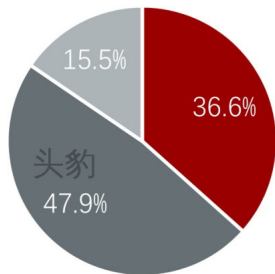
中国医用直线电子加速器市场中，第一梯队为国际企业，其出货量占比高达84.5%，中国与国际在医用电子直线加速器上仍存在较大差距，定位系统的精准性不如国际厂商，因此缺乏一定竞争力，但在成本方面占据一定优势。随着中国医用电子加速器定位精准程度持续优化，中国厂商的市场份额将逐步扩大。

医用电子直线加速器竞争态势，2021年



医用电子直线加速器市场份额，2020年

- 瓦里安
- 医科达
- 中国厂商



来源：中华医学会肿瘤放疗学分会、头豹研究院

# 医用加速器竞争格局及市场机会 (2/2)

中国医用离子加速器处于发展初期，市场被国际厂商垄断；中国医用加速器生产厂商可多关注下沉市场，通过控制成本抢占该部分市场份额

## 中国医用同位素及质子加速器竞争情况

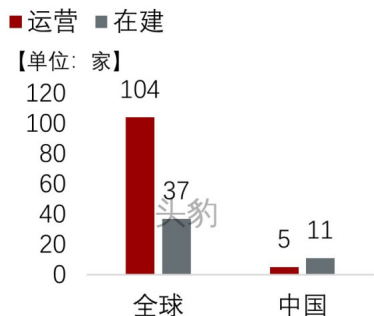
部分研究用反应堆情况与年产量，2019年

国别	反应堆	计划关闭时间	年产量/Ci
荷兰	HFR	2024年	187,200
加拿大	NRU	2018年已关闭	187,200
法国	OSIRIS	2015年已关闭	62,400
比利时	BR2	2026	156,000
中国	CARR	未披露	计划生产

□ 现阶段同位素生产主要来自反应堆，随着新型医用同位素的问世，各核药企业开始积极布局新型医用同位素的研发和生产。新型医用同位素近一半可通过回旋加速器进行生产，随着反应堆资源的逐步短缺，回旋加速器生产同位素比例将逐步上升。现阶段中国回旋加速器多来源于国际采购，随着需求上升，其国产化将提升，中国企业将活跃于市场。

□ 中国质子加速器处于起步阶段，规模小，企业多通过与国际企业合作进行质子加速器的研发生产，以中广核技为例，中广核技与IBA建立合作关系，依托其在质子放疗设备的先进技术帮助中广核技进入质子加速器市场。中国自主研发的质子设备最成熟的机构为上海应物所，但与国际厂商相比技术成熟度较低，竞争优势来源于本土化及政策扶持。

质子中心数量，截至2021年12月



来源：PTCOG、头豹研究院

## 中国医用加速器市场机会

大	部分典型企业	市场机会	□ 中国医用加速器市场以国际厂商为主导，国际厂商产品技术附加值较高，定位精准且运行稳定，受直辖直属医院以及军区部队类三级医院青睐。中国加速器供应商技术先进程度低于国际厂商，因此其客户群体可下沉至基层医院，此类医院对放疗设备的性能和功能需求并不高，满足常规放疗与适形放疗基本要求即可，且对于价格较为敏感，本土企业可通过严苛的成本控制，压低价格以抢占该部分市场。
医院体量	直辖医院	• 属关注对象	
	直属医院	• 设备多用于临床科研	
	省级肿瘤专科	• 属尝试对象	
	医学院附院	• 对加速器产品技术要求较高	
	军区部队总院		
	地市级肿瘤医院	• 属推广对象	
	综合医院	• 有新建、更新或升级换代加速器需求	
	地方部队医院		
	基层县级医院	• 重点推广对象	
	中医院	• 可满足其放射治疗科室建设需求	
小	企业医院		
	多种经营医院		



# 中国医用加速器市场规模

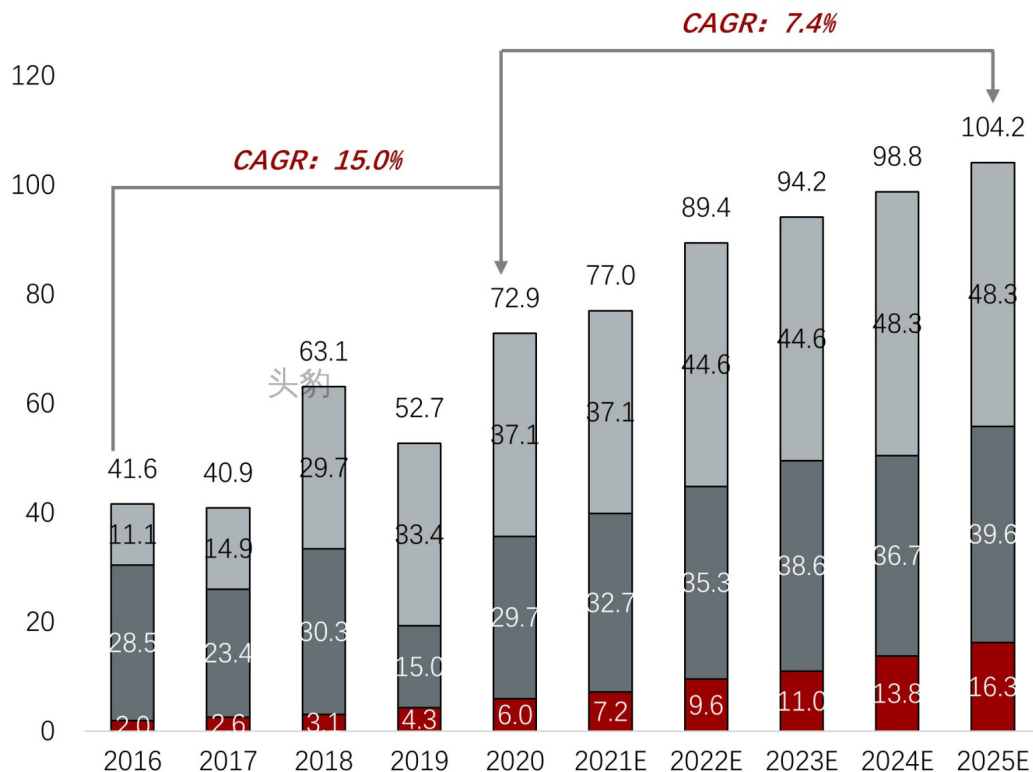
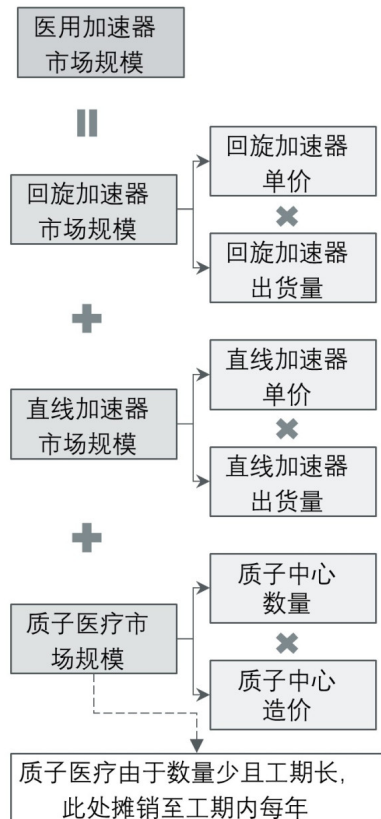
随着医用加速器国产化率的持续提升，医用加速器的市场规模将持续增长，预计2025年医用加速器市场规模将达104.2亿元，未来五年复合增长率为7.4%

中国医用加速器市场规模，2016年-2025年预测（以销售额计）

头豹洞察

单位：[人民币亿元]

■回旋加速器 ■电子直线加速器 □质子医疗



- 加速器在医疗领域的应用主要为同位素生产与放射治疗，同位素产生主要依靠回旋加速器，受放射性药品类扩充、PET-CT等显像设备应用、市场渗透率提升等因素影响，同位素应用规模持续扩张，而新型同位素的推广与反应堆资源受限将促使回旋加速器市场规模的持续增长。
- 在放疗设备领域，中国设备缺口较大，以WTO的计算标准，中国加速器需求约为11,000台，但截止至2020年底，中国医用直线加速器保有量仅为2,170台，市场缺口较大，但由于加速器具有采购门槛，且设备价格较高，短期内难以进行大范围推广，下沉市场的开发也存在一定难度，整体增长较为缓慢；其中质子加速器作为放疗设备中的高端产品，其市场推广更为困难，但单个质子中心造价较高，价格区间在10-15亿元，远高于定价为2,000-3,000万元的直线加速器，因此质子加速器市场规模较大。
- 据头豹研究院预测，2025年医用加速器市场规模将达104.2亿元，未来五年复合增长率为7.4%。

来源：头豹研究院

# 05

## 核环保领域需求分析

- 电子加速器治理污水最先应用于工业废水领域，现阶段多用于处理印染与造纸产生的污水，此类废水为高浓度有机废水，处理难度高，电子加速器在该领域的技术已趋于成熟，具备规模化应用条件
- 中国环保行业核心竞争力主要体现在核心业务是否突出、是否进行全国范围的布局、产业链条是否完整、业务布局是否完整；中国环保用电子加速器正处于起步阶段，市场参与者较少

头豹



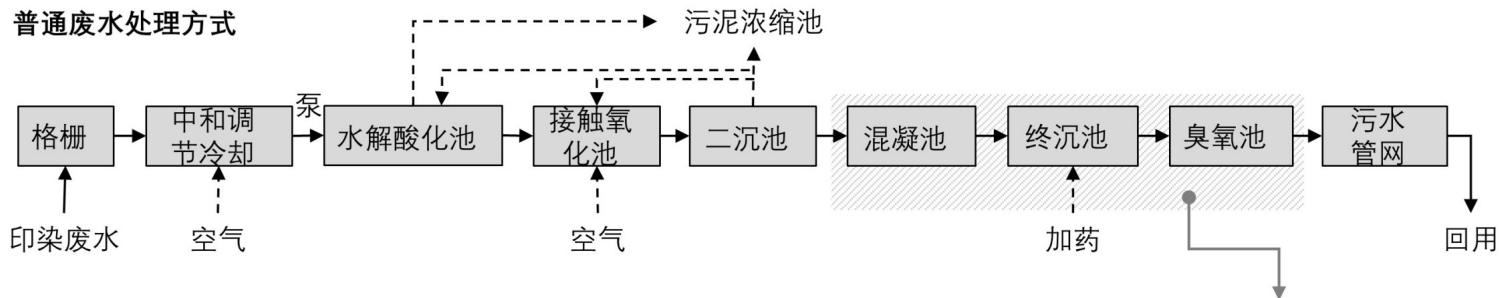
# 普通处理与电子束污水处理对比

与传统污水处理方式相比，电子束污水处理更为清洁、高效与经济，废水的处理效率可大幅度提升，提升幅度可达30-40倍，污染物指标可下降一半左右，过滤后可做到直接回用

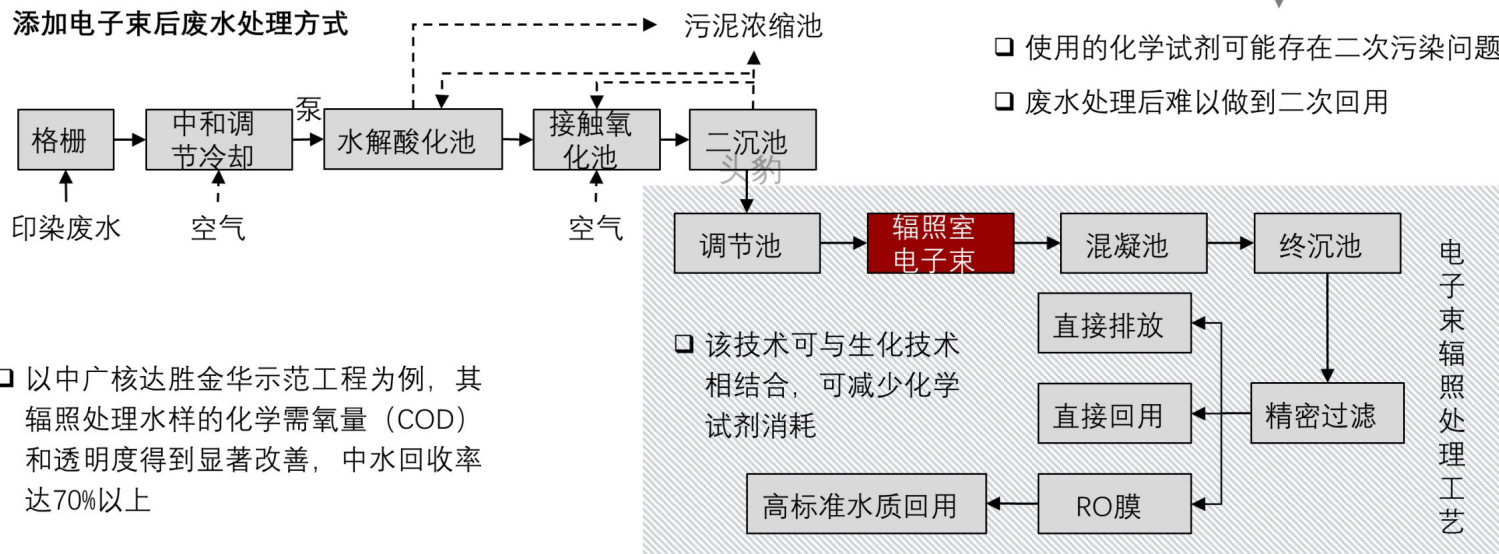
## 工业废水普通处理与电子束处理对比（以印染废水为例）

### 描述

#### 普通废水处理方式



#### 添加电子束后废水处理方式



- 以中广核达胜金华示范工程为例，其辐照处理水样的化学需氧量（COD）和透明度得到显著改善，中水回收率达70%以上

- 使用的化学试剂可能存在二次污染问题
- 废水处理后再难以做到二次回用

- 与传统污水处理方式相比，电子束污水处理更为清洁、高效与经济。以印染废水处理为例，其染料和助剂种类繁多，因此污染物含量复杂。普通处理方式回收率较低，且处理过的水大多数情况下仅达到排放标准，难以做到资源化利用，且存在化学试剂二次污染的问题。而引入电子束处理技术后，废水的处理效率可大幅度提升，相较于传统方式，其效率可提升30-40倍，污染物指标可下降一半左右，过滤后可做到直接回用。此外，通过与传统物化、生物等方式的有机结合，电子束处理技术可形成高可行性、高经济性的解决方案。
- RO膜污水处理效果好，可做到高标准水质回用，但采购成本较高，对于普通企业而言性价比较低，但电子束技术的引入可提升RO膜的使用寿命（提升50%以上），属一次投入长期回报项目。

# 电子加速器在环保领域的应用

电子束治理污水最先应用于工业废水领域，且在该领域的技术已趋于成熟，具备规模化应用条件；此外，相关厂商下一步的布局重点可放在医疗废水、医疗固废以及抗生素菌渣三类医疗领域

## 电子加速器治污各细分领域

治污领域	工业废水	医疗废水	医疗固废	抗生素菌渣	烟气处理
市场特征	该细分领域市场参与者较多，市场看重处理方式的性价比，需做到处理效果与经济性的统一	中国可提供医疗污水处理方案及成套设备的企业较少，市场看重治污技术是否先进	行业资金壁垒、技术壁垒、资质壁垒均较高，行业内参与者较少，市场空间大	中国抗生素菌渣产生量大，但治理企业数量少，技术及处理规模为核心竞争力	中国烟气排放量大，碳中和的提出使得烟气处理设备市场呈现高速趋势
现有技术	物理处理法、化学处理法、物化处理法、生物处理法	沉淀过滤法、离心分离法、生物接触氧化法、膜生物反应器处理、氯化消毒法	焚烧、高压蒸汽灭菌、微波灭菌、化学消毒、等离子体	焚烧、肥料化、饲料化、填埋、能源化	SNCR脱硝、半干法脱酸、袋式除尘、活性炭吸附二噁英、SCR脱硝
现有技术痛点	排放标准逐渐提高，现有技术处理成本与效益难以有机统一	存在二次污染且面临病菌重新繁殖的风险	需二次拆封后再处理，将面临病毒二次传播的风险	菌渣中若有抗生素残留，肥料及饲料化可能造成超级细菌问题	吸附后的活性炭为危废，处理成本高
电子束优势	处理效率高；可处理降解难度高的污染物；可减少化学药剂带来的二次污染	反应时间快，处理效率高；可有效杀灭病菌，且不存在复活问题	反应时间短，无解析期；可在不拆封条件下进行辐照	处理效率高；可有效去除残留的污染物	可分解为无害的无机物；无二次污染；处理成本较低
案例	广东江门冠华电子束处理工业污水项目；韩国大邱电子束与生化法结合污水处理厂；	湖北十堰西苑医院污水处理项目	湖北十堰医疗固废无害化处理项目	新疆伊犁川宁电子束抗生素菌渣处理项目	N/A

## 头豹洞察

- 电子加速器治理污水最先应用于工业废水领域，原因为工业废水在污水中的占比较高，且与生活污水相比，工业废水成分结构更加复杂，电子加速器应用于工业废水领域的性价比高于生活废水。电子加速器现阶段多用于处理印染与造纸产生的污水，此类废水为高浓度有机废水，处理难度高，电子加速器在该领域的技术已趋于成熟，具备规模化应用条件。
- 电子束处理方式在医疗废水、医疗固废以及抗生素菌渣三类医疗领域技术优势较为明显，可减少病菌二次传播风险，且医疗领域受技术及资金壁垒限制，现阶段参与者较少，电子束治污企业可重点考虑抢占该领域市场份额。

来源：中广核技、头豹研究院

# 环保用电子加速器竞争格局

中国环保用电子加速器正处于起步阶段，考察市场参与者的竞争力可重点关注企业业务覆盖情况及落地能力，综合比较而言，中广核技在工业废水、医疗废水等多个领域已做到成功落地应用，居中国首位

中国环保市场竞争者态势，2020年

梯队划分	企业名称	环保业务营收情况	业务覆盖情况
第一梯队	中国节能	437.4亿元	
	光大环境	381.9亿元	
第二梯队	北控集团	225.6亿元	
	首创集团	192.3亿元	
第三梯队	重庆水务	112.8亿元	
	高能环境	68.27亿元	

中国环保用电子加速器竞争者态势，2021年

覆盖领域					技术储备
工业废水	医疗废水	医疗固废	抗生素菌渣	烟气处理	
√	√	√	√	N/A	★★★
中广核技 现已建成多个环保处理项目，落地经验领先 头豹					与清华大学形成联合研发体系，成功将加速器应用于环保领域
√	N/A	N/A	N/A	N/A	★★
无锡爱邦 企业生产的高能电子加速器可用于工业废水辐射降解，但在其他环保业务方面暂未布局					仅在高能机型涉及环保处理功能

□ 中国环保行业核心竞争力主要体现在核心业务是否突出、是否进行全国范围的布局、产业链条是否完整、业务布局是否完整。核心业务在该领域处于“领头羊”地位可帮助企业获取品牌知名度；环保行业属于地域性较强行业，废水及废弃物难以长途运输，依据“就近原则”排污企业首先考虑当地治污企业，全国性布局可帮助环保企业获取更多订单数；打通产业链则可帮助企业提升市场适应能力；由于现阶段企业偏好于综合解决方案，业务布局完整可提升客户满意度。该逻辑同样适用于环保电子加速器领域，但考虑到中国环保用电子加速器正处于起步阶段，考察市场参与者的竞争力则可重点关注企业业务覆盖情况及应用落地能力。

□ 中广核技暂列中国环保用电子加速器行业第一。中广核技是中国首个将环保用电子加速器进行商业化应用的企业，其在电子束处理工业废水、医疗废水、抗生素菌渣等领域已做到成功落地应用，处于国际领先水平。

□ 随着环保标准的提高，企业环保投入及压力不断增加，高效清洁的电子束污水处理市场将迎来快速发展，部分电子加速器企业如上海应物所及中核集团均在环保领域进行了一定研发积累，但现阶段暂未形成商业化应用。

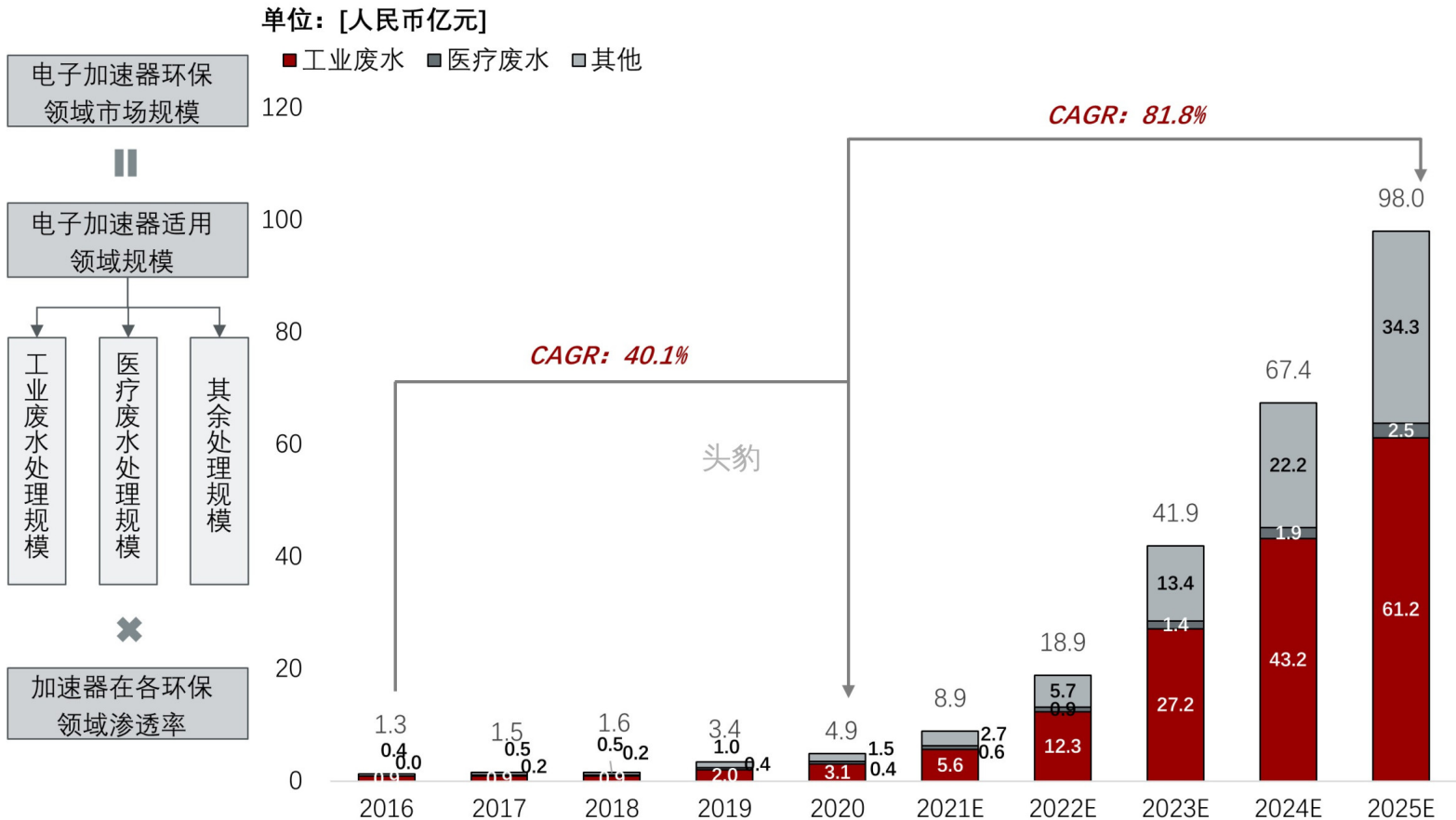
来源：Wind、头豹研究院



# 中国环保用电子加速器市场规模

随着环保电子加速器应用领域持续拓宽，预计2025年，中国环保用电子加速器行业市场规模将达98亿元，未来五年年复合增长率为81.8%

电子加速器在环保领域的市场规模，2016-2025年预测（以处理规模计）



□ 环保用电子加速器市场整体处于开拓期，前期末形成规模化应用，仅为落地试点，因此市场规模较小，2020年中国环保用电子加速器市场规模仅为4.9亿元。

□ 政府对于环保的重视度也逐年提升，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出关于污水、垃圾、固废、危废、医废处理处置于一体的基础体系建设，而环保用电子加速器可适用于以上各治污领域，随着电子加速器在环保领域应用场景持续拓宽，核环保市场在未来具有较大增长空间，据头豹研究院预测，到2025年，中国环保用电子加速器行业市场规模将达98.0亿元，未来五年年复合增长率为81.8%，由于电子加速器正处于推广期，初期增长率较高。

来源：Wind、头豹研究院

# 06 总结

- 随着电子加速器下游应用领域持续拓宽，其市场规模也将持续增长，预计2025年，中国电子加速器行业市场规模将达223.6亿元，未来五年年复合增长率为25.0%
- 电子加速器在各应用领域的发展趋势不尽相同，部分领域需继续加大研发投入，提升技术水平，部分领域则依据市场现阶段需求调整性能
- 中国电子加速器行业参与者可根据业务布局完整度、应用成熟程度以及量产能力三大指标进行评级，中广核技表现较为突出

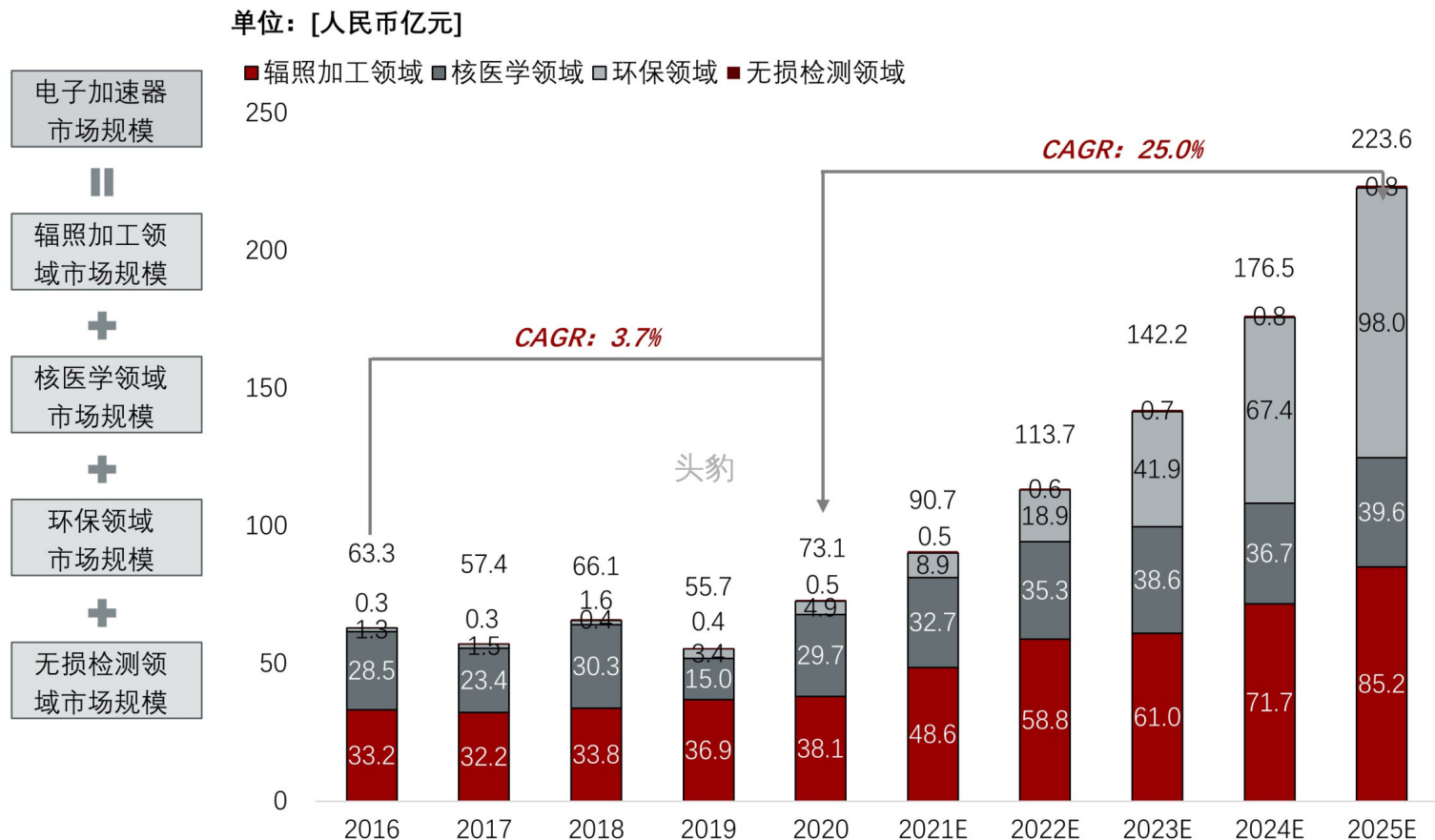
头豹



# 中国电子加速器市场规模

随着电子加速器下游应用领域持续拓宽，其市场规模也将持续增长，预计2025年，中国电子加速器行业市场规模将达223.6亿元，未来五年年复合增长率为25.0%

## 中国电子加速器市场规模，2016年-2025年预测



来源：头豹研究院

## 头豹洞察

- 电子加速器现阶段在辐照加工与核医学以及无损检测领域市场较为成熟，其中**辐照加工领域**占比排第一，2020年占比52.1%，得益于钴源的短缺，电子加速器在辐照加工领域的替代优势愈发明显，占比也逐年提升。**医疗领域**应用占比排第二，2020年其应用占比高达40.6%，中国放疗设备缺口较大，以WTO的计算标准，中国医用直线加速器需求约为11,000台，但截止至2020年底，中国医用直线加速器保有量仅为2,170台，市场缺口较大，未来增长空间较大。**环保**用电子加速器正处于市场推广期，预计随着电子加速器在环保领域应用场景持续拓宽，核环保市场在未来具有较大增长空间。**无损检测**市场总体需求较小，且单台设备售价并不高，因此整体市场规模偏小。
- 据头豹研究院预测，到2025年，中国电子加速器行业市场规模将达223.6亿元，未来五年年复合增长率为25.0%。

备注：此处核医学市场规模仅计算电子直线加速器规模

# 中国电子加速器发展趋势

电子加速器在各应用领域的发展趋势不尽相同，部分领域需继续加大研发投入，提升技术水平，部分领域则依据市场现阶段需求调整性能

## 电子加速器发展趋势

### 消毒灭菌领域

1

- ❑ 电子束辐照技术穿透性相比钴源产生的 $\gamma$ 射线较弱，未来该领域电子加速器将向高功率方向发展，提升其效率；
- ❑ 同时，由电子加速器发射的电子束撞击高原子序数的重金属靶转换而产生的X射线具有穿透力强、射线强度大的优势，可替代钴源装置，但其技术尚未完全成熟，仍需提升。

### 环保领域

3

- ❑ 在应用场景方面，随着治污技术的提升，治污场景将延伸至垃圾渗滤液以及烟气处理；
- ❑ 环保电子加速器正处于市场推广阶段，市场定价较低，利润空间小，随着市场示范效应扩大，若企业获取定价权，利润空间将得到上升。

2

### 材料改性领域

- ❑ 在细分应用场景方面，随着环保要求提升，多数电缆厂的小锅炉被关停，主要应用场景向辐照橡胶类电缆、高端建筑线、光伏线以及新能源汽车用电缆转移；
- ❑ 在技术方面，电子加速器占地面积仍较大，现阶段将向屏蔽厂房小型化发展。

4

### 核医学领域

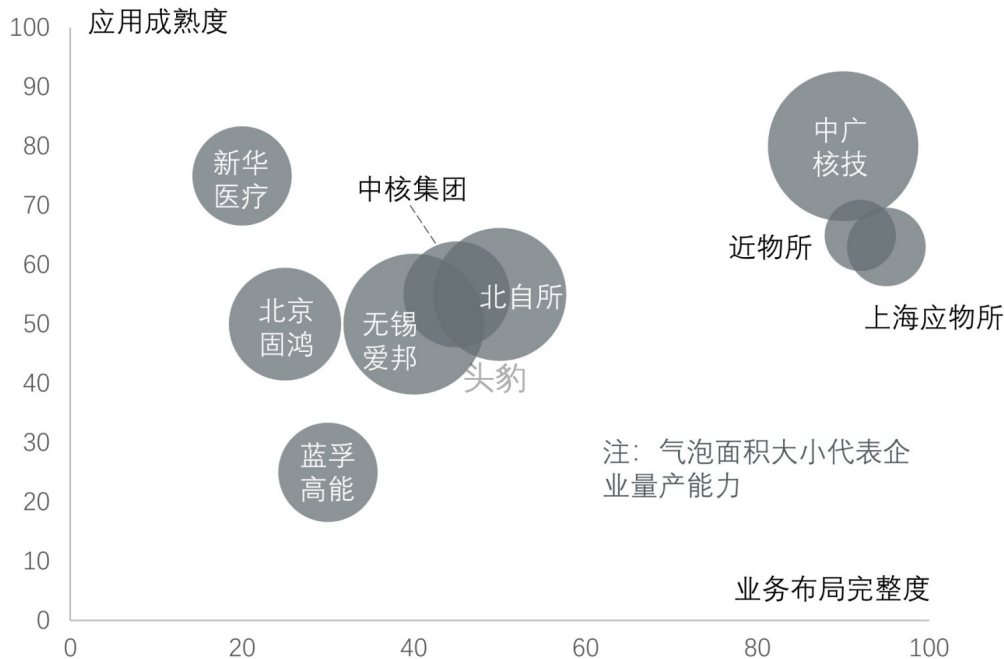
- ❑ 中国核医学对外依存度较高，在同位素生产方面，随着国外反应堆关停，部分同位素生产需转向依赖回旋加速器，回旋加速器国产化率低，技术仍需不断攻克，发展方向仍为提升各零件国产化率；
- ❑ 在放射性治疗方面，国产电子直线加速器与进口产品在硬件上差距较小，但治疗软件上差距较大，需向提升定位精准度方向发展。



# 电子加速器竞争格局

中国电子加速器行业参与者可根据业务布局完整度、应用成熟程度以及量产能力三大指标进行评级，中广核技、近物所与上海应物所表现较为突出

中国电子加速器竞争者态势，2021年



根据业务布局完整度、应用成熟度以及量产能力三大重要指标对中国电子加速器参与者进行评级，中广核技以多领域的业务布局以及较高的量产能力暂居中国电子加速器行业龙头地位，两大研究所在业务布局与技术先进方面也有较大优势，但量产能力较弱。

来源：头豹研究院

中国非动力核技术民用领域头部企业业务布局情况对比分析，2021年

企业名称	辐照加工领域竞争力	医疗领域竞争力*	环保领域竞争力	评级
中广核技				★★★★★
无锡爱邦		N/A		★★★
中核集团			N/A	★★★
上海应物所				★★★★★
近物所				★★★★★
蓝孚高能		N/A	N/A	★
北自所	N/A			★★★★★

\*此处包含电子加速器与离子加速器

根据各细分领域竞争力对非动力核技术业务布局情况进行评级，中广核技在辐照与环保领域竞争力较强，同时开始布局医疗领域，在非动力核技术民用领域内具有较为突出的表现，上海应物所与近物所受量产能力牵制，竞争力相对较弱。



# 方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。



# 法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。



# 头豹研究院简介

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告/数据库服务、行企研报服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务**，以及其他企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



## 四大核心服务

### 研究咨询服务

为企业提供定制化报告服务、管理咨询、战略调整等服务

### 企业价值增长服务

为处于不同发展阶段的企业，提供与之推广需求相对应的“内容+渠道投放”一站式服务

### 行业排名、展会宣传

行业峰会策划、奖项评选、行业白皮书等服务

### 园区规划、产业规划

地方产业规划，园区企业孵化服务



# 研报阅读渠道

◆ 头豹官网：登录 [www.leadleo.com](http://www.leadleo.com) 阅读更多研报

◆ 头豹小程序：微信小程序搜索“头豹”、手机扫上方二维码阅读研报

◆ 行业精英交流分享群：邀请制，请添加右下侧头豹研究院分析师微信



扫一扫  
进入头豹微信小程序阅读报告



扫一扫  
实名认证行业专家身份

## 详情咨询



### 客服电话

400-072-5588



### 上海

王先生： 13611634866

李女士： 13061967127



### 深圳

李先生： 18916233114

李女士： 18049912451



### 南京

杨先生： 13120628075

唐先生： 18014813521



报告找不到，马上上头豹

# 头豹报告库账户

头豹

- 全行业覆盖、近5000本报告展现、支持100万+数据搜索、每年持续更新1000+行企研究报告
- 解决细分行业知识空白
- 价值研究体系助力投资决策
- 月卡、季卡、年卡灵活订阅

详情咨询



让专业 更专业

# 头豹定制报告

头豹

- 轻量化咨询：低价（5万起） 高质（深度） 高效（2周起）
- 对口行业资深分析师执笔
- 满足企业及机构：品宣、业务发展、信息获取等诉求

详情咨询



助力企业价值最大化

# 共建报告——合作招募

头豹诚邀企业参与报告共建——领航者计划

- 传播企业品牌价值、共塑行业标杆
- 全网渠道发布、多方触达
- 高效 高品质 打造精品报告

详情咨询



